

3D 掃描可大幅提高葉盤銑削過程的精度和效率



客戶：
Technopark Aviation Technologies

產業：
航太

挑戰：
提高葉盤銑削的精度和效率。

解決方案：
搭載 SPRINT™ 技術的機上 3D 掃描系統。

Technopark Aviation Technologies 公司位於俄羅斯烏法，是一家集教育、科學研究和工程服務為一身的廠商。它與俄羅斯規模最大的燃氣渦輪發動機供應商密切合作，該公司設計和製造高性能燃氣渦輪發動機，用在定翼機和旋翼機上，以及天然氣和石油生產領域。

Technopark 的一位客戶希望提高其葉盤銑削過程的精度和效率。燃氣渦輪發動機的葉盤具有複雜的高曲率表面，因此製造過程非常具有挑戰性。

為了攻克這項難題，Technopark 採用了搭載 SPRINT™ 技術的 Renishaw OSP60 機上 3D 掃描測頭和 Productivity+™ 掃描套裝軟體。

背景

在由壓縮機、燃燒器和渦輪組成的精密機械裝配中，葉盤在減少阻力、優化發動機氣流及產生推力等方面發揮著重要作用。

葉盤在 1980 年代中期問世，是一個由轉子輪盤和多個曲面葉片組成的單一元件。由於不需要將每個葉片連接到輪盤上，因此葉盤有效地改進了渦輪設計，大大減少了零件數量，並提高了可靠性和發動機效率。

葉盤由非常堅硬的高價值金屬（通常是鈦或鎳基合金）製成。迄今為止，銑削是葉盤製造過程中最重要的加工過程，而且由於葉盤具有高曲率表面，因此需要使用多軸 CNC 機台和先進的軟體進行加工。

葉盤銑削通常先通過粗銑和半精銑加工製成近成形工件，然後再通過精銑製成最終的高精度葉片和轉子表面。

挑戰

葉盤具有高度複雜性和嚴苛的製造精度要求，這意味著各類葉盤的精銑過程是一個勞力密集且成本日增的製程。

儘管使用接觸觸發式測頭可進行機上葉盤量測，但在銑削後需要將每個工件從 CNC 機台上取下進行離線量測和檢驗，然後再重新裝回機台上進行後續加工。這個過程需要重複多次，而且容易受到人為誤差的影響。



高曲率表面葉盤範例

據該公司估計，機外檢測和銑削過程約占葉盤生產總人力成本的 30% 至 60%。此外，葉片尺寸偏差（在前緣和後緣加工之後）的統計分析結果證明存在誤差。

結果顯示，葉片橫截面的偏差為：預留量波動 ± 0.064 mm，實際輪廓偏差 0.082 mm。縱截面的偏差與橫截面相似：預留量 ± 0.082 mm，實際輪廓偏差 0.111 mm。

導致邊緣加工過程中產生偏差的主要原因可歸納為：加工過程中機台的五軸運動誤差；葉片在切削過程中由於其剛性低而發生的彈性變形；以及刀具在金屬切削過程中的變形。

「這個過程需要大量的人工干預，但是由於人為誤差不可避免，會導致廢品率增加。我們迫切需要開發一種全新的解決方案，以提高葉盤銑削速度和精度。」



量測多種類的葉片需要使用快速量測系統

開發用於葉盤銑削用的 CNC 加工製程包含以下要求：

- 使用參數化控制程式進行半精銑加工
- 機上工件檢測
- 根據檢測結果修正參數化控制程式
- 使用修正後的參數化控制程式對工件進行精銑。

解決方案

Technopark 負責開發和導入所需的製程控制技術。該公司的創新部負責人 Semen Starovoytov 指出：「我們已經與 Renishaw 合作多年，我們在各式機台上配備 Renishaw 接觸觸發式測頭來達到完美的量測精度。」

此專案的情況很顯然需要開發用於掃描測頭的軟體，因此我們決定向 Renishaw 尋求合作。Renishaw 專用於加工機的 SPRINT 3D 掃描量測技術滿足了我們的所有技術要求。」

SPRINT™ 技術

OSP60 機上 3D 掃描測頭搭載 Renishaw 獨特的 SPRINT 技術。

測針球可沿葉盤表面進行精確量測移動，測頭能夠精確記錄高解析度測針偏折資料，並獲取超靈敏測針球在 X、Y 和 Z 軸上的亞微米級運動資料。

OSP60 測頭採用高速、抗噪的光學傳輸連接，每秒可將 1,000 個 XYZ 測尖中心數據點傳輸到 OMM-S 接收器。然後，透過高級演算法處理測頭偏折與機台位置編碼器等資料，以生成精確的葉盤表面資料，最後再精確計算特徵位置、大小和形狀。

這項投資帶來的回報遠遠超出了我們的預期。葉盤的精銑精度提高了四倍以上，而且相關的人力成本降低了一半。

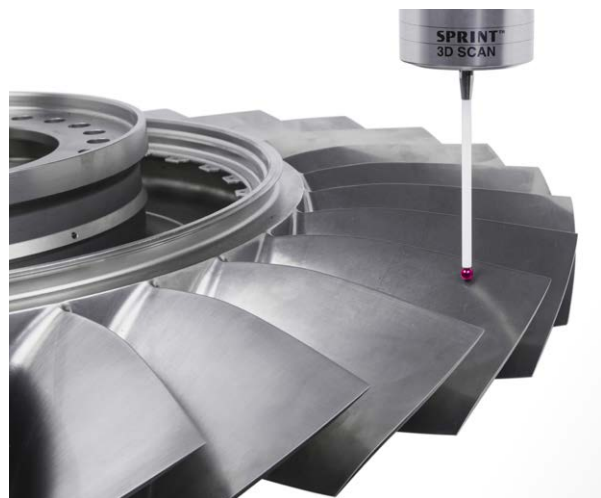
Technopark Aviation Technologies (俄羅斯)

Productivity+™ 技術

使用 Productivity+ CNC plug-in 軟體可實現高達 15,000 mm/min 的掃描速度，機上量測速度有時甚至可以比傳統接觸觸發式系統快 6 倍。在機台上掃描葉盤，就無需在加工過程中取下工件。

該軟體可在螢幕上即時顯示高精度量測結果，並利用這些資料自動調整機台設置，以便進行後續的精銑過程。還可將量測報告匯出成檔，進行分析或用於品質管理。

使用現有的機外圖形程式設計工具可在實體模型的幾何特徵上快速、輕鬆地生成葉盤檢測程式，同時可透過 Productivity+ 互動式平台的簡易圖形螢幕來編輯和類比測頭檢測程式，使用者無需直接應對複雜的 NC 代碼。



對葉片自由曲面進行接觸式掃描量測

結果

導入 Productivity+ 軟體和 OSP60 測頭之後，葉盤製程的加工精度、速度和人力成本有了顯著改變。

透過在工具機上對葉盤進行高速 3D 掃描和量測，大幅節省了生產時間，進而明顯提高了 CNC 機台的生產效率。

在葉盤銑削精度方面，加工後的葉盤橫截面和縱截面偏差均有顯著改進：從原來的 0.082 mm 和 0.111 mm 提高到現在的 1 µm 和 28 µm。

在機台人員配置方面，Starovoytov 表示：「製程控制模式的執行能夠在 OSP60 測頭提供的 3D 葉片掃描資料上，自動調整 CNC 控制程式。這意味著工程師不再需要一直監控機台運轉。」

Starovoytov 總結道：「將 SPRINT 3D 掃描技術與 Productivity+ CNC 軟體結合在一起，即使葉盤形狀發生極細微的偏差也能夠被即時識別出來，而使用接觸觸發式系統卻無法檢測到這些偏差。」

「這項投資帶來的回報遠遠超出了我們的預期。葉盤的精銑精度提高了四倍以上，而且相關的人力成本降低了一半。」

詳情請造訪 www.renishaw.com.tw/technopark

Renishaw Taiwan Inc
40852台中市南屯區
精科七路2號2樓

T +886 4 2460 3799
F +886 4 2460 3798
E taiwan@renishaw.com
www.renishaw.com.tw

有關全球聯繫之相關資訊，請上網站 www.renishaw.com.tw/contact

RENISHAW 竭力確保在發佈日期時，此份文件內容之準確性及可靠性，但對文件內容之準確性及可靠性將不做任何擔保。RENISHAW 概不會就此文件內容之任何不正確或遺漏所引致之任何損失或損害承擔任何法律責任。

© 2019 Renishaw plc。保留所有權利。

Renishaw 保留更改產品規格之權利，恕不另行通知。

RENISHAW 及 RENISHAW 公司徽標中的測頭符號是 Renishaw 公司在英國及其他國家或地區的註冊商標。apply innovation, 及其他 Renishaw 產品和技術的名稱與命名是 Renishaw plc 及旗下子公司的商標。

本文中使用的所有其他品牌名稱和產品名稱為各自所有者的商品名稱、服務標誌、商標或註冊商標。



H - 5650 - 4119 - 01

文件訂貨號:H-5650-4119-01-A
版本:02.2021